

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-212111
 (43)Date of publication of application : 07.08.2001

(51)Int.CI. A61B 5/107
 A61B 5/05
 A61B 8/08

(21)Application number : 2000-308739 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
 (22)Date of filing : 10.10.2000 (72)Inventor : YAMADA SATOSHI
 YANAGIURA MAMIKO
 NAKAJIMA MICHIO
 WATANABE AKIRA

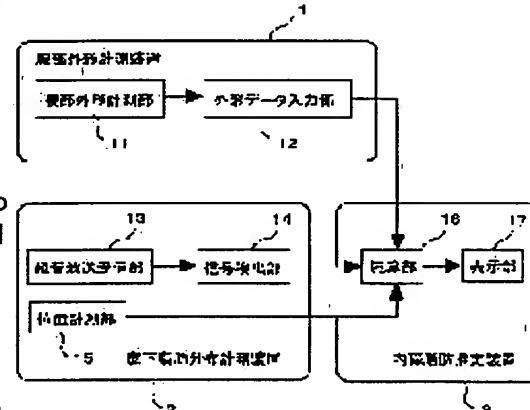
(30)Priority
 Priority number : 11334192 Priority date : 25.11.1999 Priority country : JP

(54) VISCERAL FAT MEASURING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a visceral fat measuring apparatus which can measure the amount of visceral fat simply and inexpensively by eliminating the need for measurement with an exclusive large equipment by a specialist using X rays.

SOLUTION: This visceral fat measuring apparatus is constituted of an outline of belly part measuring device 1 which comprises an outline of belly part measuring part 11 and an outline data input part 12 to measure the outline area of a belly part using a model of approximation to the outline of a belly part of a living body, a hypodermic fat distribution measuring device 2 which comprises an ultrasonic wave transmitting/receiving part 13, a signal detection part 14 and a position measuring part 15 and determines a hypodermic fat distribution at a belly part to measure the area of the hypodermic fat and a visceral fat estimating device 3 which comprises an arithmetic part 16 and a display part 17 and determines the area of the abdominal cavity by subtracting the area of the hypodermic fat from the measured outline area to measure the amount of the visceral fat at the belly part.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-212111

(P2001-212111A)

(43)公開日 平成13年8月7日(2001.8.7)

(51)Int.Cl.⁷

A 6 1 B 5/107
5/05
8/08

識別記号

F I

A 6 1 B 5/05
8/08
5/10

テマコト⁸(参考)

B 4 C 0 2 7
4 C 0 3 8
3 0 0 Z 4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2000-308739(P2000-308739)

(22)出願日 平成12年10月10日(2000.10.10)

(31)優先権主張番号 特願平11-334192

(32)優先日 平成11年11月25日(1999.11.25)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 山田 訓

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 柳浦 真美子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

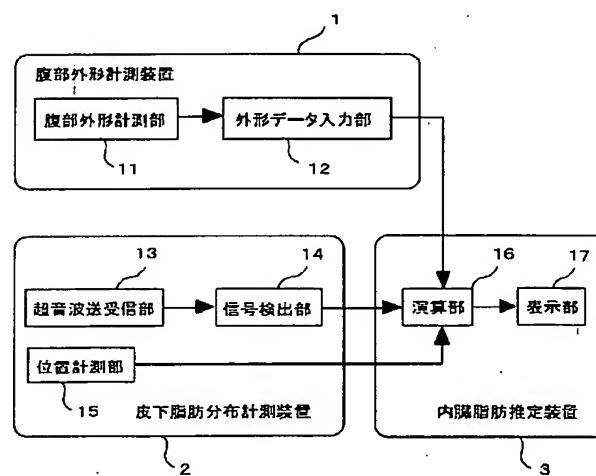
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内臓脂肪測定装置

(57)【要約】

【課題】X線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とし、簡便で安価に内臓脂肪量を測定できる内臓脂肪測定装置を提供する。

【解決手段】腹部外形計測部11および外形データ入力部12からなり、生体の腹部の外形に近似するモデルで腹部の外形面積を計測する腹部外形計測装置1と、超音波送受信部13、信号検出部14および位置計測部15からなり、腹部における皮下脂肪分布分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測装置2と、演算部16および表示部17からなり、計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定装置3とで内臓脂肪測定装置を構成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 生体の腹部の外形を計測する腹部外形計測手段と、前記腹部における皮下脂肪分布を計測する皮下脂肪分布計測手段と、前記計測した前記外形と前記皮下脂肪分布とから前記腹部の内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定手段とを備えたことを特徴とする内臓脂肪測定装置。

【請求項2】 生体の腹部の外形に近似するモデルで前記腹部の外形面積を計測する腹部外形計測手段と、前記腹部における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測手段と、前記計測した前記外形面積から前記皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、前記腹部における内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定手段とを備えたことを特徴とする内臓脂肪測定装置。

【請求項3】 腹部外形計測手段は、腹部の外形面積を前記腹部における胴周りの長さおよび厚み並びに横幅から求めたことを特徴とする請求項2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項4】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布をキャリバにより計測したことを特徴とする請求項2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項5】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を生体インピーダンスの計測から推定したことを特徴とする請求項2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項6】 腹部外形計測手段は、腹部の外形面積を前記腹部の胴周りの長さより推定した前記腹部の厚みと横幅から求めたことを特徴とする請求項2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項7】 腹部外形計測手段は、腹部の胴周りの長さをエンコーダにより計測したことを特徴とする請求項6記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項8】 内臓脂肪推定手段は、腹腔面積から、所定の筋肉・骨・腸の面積を減算することによって内臓脂肪量を測定したことを特徴とする請求項1または2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項9】 内臓脂肪推定手段は、腹腔面積から、被験者の性別・年齢・体格によって補正した筋肉・骨・腸の面積を減算することによって内臓脂肪量を測定したことを特徴とする請求項1または2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項10】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を超音波を走査して計測したことを特徴とする請求項1または2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項11】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を赤外線を走査して計測したことを特徴とする請求項1または2記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項12】 皮下脂肪分布計測手段は、皮下脂肪厚の計測位置をエンコーダにより計測したことを特徴とす

る請求項10または11記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項13】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の半周分の皮下脂肪分布を求め、残りの腹部の半周分を前記先に求めた半周分の皮下脂肪分布の対称形で近似したことを特徴とする請求項10または11記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項14】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を特徴づける複数ヶ所の皮下脂肪厚を測定し、測定点間の皮下脂肪厚を内挿によって推定し、皮下脂肪厚分布を近似したことを特徴とする請求項4、10または11のいずれか1項に記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項15】 腹部外形計測手段は、腹部の外形と皮下脂肪厚の計測位置を角速度計とエンコーダを組み合わせて計測し、かつ皮下脂肪分布計測手段は前記計測された計測位置を用いて皮下脂肪分布を計測したことを特徴とする請求項10または11記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項16】 腹部外形計測手段は、一端が固定され、他端には皮下脂肪厚を計測する装置を有する折り曲げ可能なアームを有しており、アームの折れ角から、腹部の外形と超音波計測の計測位置を計測したことを特徴とする請求項10または11記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項17】 腹部外形計測手段は、被験者の向きを可変な回転台と、一端が固定され、他端には皮下脂肪厚を計測する装置を有する伸縮可能なアームを有しており、前記回転台の向きと、前記アームの長さから、腹部の外形と超音波計測の計測位置を計測したことを特徴とする請求項10または11記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項18】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を、超音波を走査した結果を、縦軸を深さ、横軸を位置、反射超音波の強さを色分けまたは濃淡で表示するBモードで表示し、解剖学的知見を加えて、皮下脂肪と筋肉の界面を検出し、皮下脂肪厚を求めたことを特徴とする請求項15～17のいずれか1項に記載の内臓脂肪測定装置。

【請求項19】 皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を、赤外線を走査した結果を、縦軸を深さ、横軸を位置、反射赤外線の強さを色分けまたは濃淡で表示するBモードで表示し、解剖学的知見を加えて、皮下脂肪と筋肉の界面を検出し、皮下脂肪厚を求めたことを特徴とする請求項15～17のいずれか1項に記載の内臓脂肪測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、生体の腹部脂肪組織、特に内臓に付着する内臓脂肪量を測定する内臓脂肪測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、肥満と種々の疾病、特に脳卒中・心臓病等の生活習慣病との高い相関関係が指摘され、肥満度の簡便な検査方法が要望されている。近年の研究に

よると、生活習慣病の発病と深い関係があるのは皮下脂肪ではなく、内臓に付着する内臓脂肪であることが明らかになってきた。

【0003】従来、生体内の体脂肪（率）を測定する方法には、種々の方法があり、大別すると、全身測定法と局所測定法とに分けられる。全身測定法の主なものとしては、体密度から体脂肪率を推定する体密度法、生体内のカリウムに含有されている一定量の天然K40から除脂肪量を算出する体内K40測定法、2つの異なるエネルギーのX線を照射し、そのX線透過率の差から体脂肪量や除脂肪量を測定する二重X線吸収法、体重を身長の2乗で除して求めた体格比（Body Mass Index：BMI）を用いる身体計測法などがある。

【0004】また、局所測定法の主なものとしては、キャリパ・反射超音波・近赤外光を用いて特定部位の皮下脂肪厚を計測する皮脂厚法、X線CTスキャン等による人体各部位のCT断層像から、ある範囲のX線吸収値を脂肪組織として計算する画像法、電気抵抗の違いから体脂肪率を推定する生体インピーダンス法等がある。

【0005】X線CT断層像を用いて内臓脂肪量を測定する方法が臨床検査vol. 42, no. 4, p. 385-p. 394, 1998に解説されている。図13

(a)、図13 (b)に示すように、へそ付近のX線CT断層像より、へそ付近の腹部は主に、皮下脂肪21、骨・筋肉23、腸24及び内臓脂肪25からなることがわかる。脂肪に相当するCT値から皮下脂肪面積Sと内臓脂肪面積Vとを求める、V/S比によって、内臓脂肪の蓄積度を評価し、V/S比の高い図13 (a)のような肥満を内臓脂肪型肥満、V/S比の低い図13 (b)のような肥満を皮下脂肪型肥満と呼んでいる。内臓脂肪型肥満の場合、生活習慣病に罹患しやすく危険であると報告されている。へそ付近の内臓脂肪面積によって内臓脂肪量を測定できるので、以下では内臓脂肪量を示す指標として内臓脂肪面積を用いて説明する。

【0006】尚、超音波を利用して皮下脂肪の厚さを簡易に測定する装置としては、例えば、特開平9-292214号公報に開示された超音波皮脂厚測定装置がある。また、生体インピーダンス測定から内臓脂肪量を推定する装置としては、例えば、特開平9-285455号公報に開示された健康管理指針アドバイス装置がある。さらに、反射超音波を用いて腹腔の厚みを計測し、内臓脂肪量の指標とする方法が、International Journal of Obesity (1993) vol. 17, p. 187-p. 196に、そして、反射超音波による皮下脂肪厚計測の結果を用いて内臓脂肪量を推定する方法が、Applied Human Science (1995) vol. 14, no. 3, p. 133-p. 139に、報告されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】生体内の内臓脂肪量の

測定においては、上述のように種々の従来技術があるが、X線を用いた計測法以外では内臓脂肪量を測定することは困難であるという問題点があった。また、X線を用いた計測には専門家による専用の大型装置での計測が必要であり、高価であるという問題点があった。

【0008】また、超音波皮脂厚測定装置では、特定箇所の皮下脂肪厚しか計測できないという問題点があった。また、健康管理指針アドバイス装置では、腹部の脂肪量を生体インピーダンスの値から推定する方法であるので、腹部の皮下脂肪量しか測定できないという問題点があった。また、腹腔の厚みを内臓脂肪量の指標とする方法では、腹腔の厚みと内臓脂肪との相関があまりよくないと言う問題点が、さらに、反射超音波による皮下脂肪厚計測の結果から内臓脂肪量を推定する方法では、全脂肪量を体密度法を用いて計測しているので、被験者の負担が大きく簡易には計測できないという問題点があった。

【0009】本発明は、以上のような課題を解決するためになされたもので、X線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とし、簡便で安価に内臓脂肪量を測定することができる内臓脂肪測定装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る内臓脂肪測定装置においては、生体の腹部の外形を計測する腹部外形計測手段と、腹部における皮下脂肪分布を計測する皮下脂肪分布計測手段と、計測した外形と皮下脂肪分布とから腹部の内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定手段とを備えたものである。

【0011】また、生体の腹部の外形に近似するモデルで腹部の外形面積を計測する腹部外形計測手段と、腹部における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測手段と、計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定手段とを備えたものである。

【0012】また、腹部外形計測手段は、腹部の外形面積を腹部における臍周りの長さおよび厚み並びに横幅から求めたものである。

【0013】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布をキャリパにより計測により計測したものである。

【0014】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を生体インピーダンスの計測から推定したものである。

【0015】また、腹部外形計測手段は、腹部の外形面積を腹部の臍回りの長さより推定した腹部の厚みと横幅から求めたものである。

【0016】また、腹部外形計測手段は、腹部の臍回りの長さをエンコーダにより計測したものである。

【0017】また、内臓脂肪推定手段は、腹腔面積から、所定の筋肉・骨・腸の面積を減算することによって内臓脂肪量を測定したものである。

【0018】また、内臓脂肪推定手段は、腹腔面積から、被験者の性別・年齢・体格によって補正した筋肉・骨・腸の面積を減算することによって内臓脂肪量を測定したものである。

【0019】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を超音波を走査して計測したものである。

【0020】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を赤外線を走査して計測したものである。

【0021】また、皮下脂肪分布計測手段は、皮下脂肪厚の計測位置をエンコーダにより計測したものである。

【0022】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の半周分の皮下脂肪分布を求め、残りの腹部の半周分を前記、先に求めた半周分の皮下脂肪分布の対称形で近似したものである。

【0023】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を特徴づける複数ヶ所の皮下脂肪厚を測定し、測定点間の皮下脂肪厚を内挿によって推定し、皮下脂肪厚分布を近似したものである。

【0024】また、腹部外形計測手段は、腹部の外形と皮下脂肪厚の計測位置を角速度計とエンコーダを組み合わせて計測し、かつ皮下脂肪分布計測手段はこの計測位置を用いて皮下脂肪分布を計測したものである。

【0025】また、腹部外形計測手段は、一端が固定され、他端には皮下脂肪厚を計測する装置を有する折り曲げ可能なアームを有しており、アームの折れ角から、腹部の外形と超音波計測の計測位置を計測したものである。

【0026】また、腹部外形計測手段は、被験者の向きを可変な回転台と、一端が固定され、他端には皮下脂肪厚を計測する装置を有する伸縮可能なアームを有しており、前記回転台の向きと、前記アームの長さから、腹部の外形と超音波計測の計測位置を計測したものである。

【0027】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を、超音波を走査した結果を、縦軸を深さ、横軸を位置、反射超音波の強さを色分けまたは濃淡で表示するBモードで表示し、解剖学的知見を加えて、皮下脂肪と筋肉の界面を検出し、皮下脂肪厚を求めたものである。

【0028】さらにまた、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を、赤外線を走査した結果を、縦軸を深さ、横軸を位置、反射赤外線の強さを色分けまたは濃淡で表示するBモードで表示し、解剖学的知見を加えて、皮下脂肪と筋肉の界面を検出し、皮下脂肪厚を求めたものである。

【0029】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1である内臓脂肪測定装置の構成を示すプロ

ク図である。図1において、1は生体の腹部の外形に近似するモデルで腹部の外形面積を計測する腹部外形計測装置で、腹部外形計測部11と外形データ入力部12からなる。2は腹部における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測装置で、超音波送受信部13、信号検出部14および位置計測部15からなる。3は計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定装置で、演算部16と表示部17からなる。尚、腹部外形計測装置1、皮下脂肪分布計測装置2および内臓脂肪推定装置3で、内臓脂肪測定装置を構成している。

【0030】次に動作について説明する。図2は内臓脂肪測定装置の処理を説明するフローチャートである。図3は内臓脂肪測定装置の処理を説明する説明図である。図2、図3において、先ずST1に示すように、図3

(a)のような腹部(へそ付近)の外形20を、腹部外形計測装置1で計測して腹部の外形20の面積を求める。次にST2において、図3(b)のような腹部(へそ付近)の皮下脂肪21の分布を、皮下脂肪分布計測装置2で計測する。次にST3において、ST1で得られた腹部の外形20の面積とST2で得られた皮下脂肪21の分布とから、腹部の皮下脂肪21の面積を求め、腹部の外形20の面積から皮下脂肪21の面積を減算することにより、腹腔22の面積を推定する。次にST4において、内臓脂肪推定装置でST3において得られた腹腔22の面積から、骨・筋肉23と腸24の面積を減算することにより、図3(c)のような腹部(へそ付近)の内臓脂肪25の面積を測定する。

【0031】図4は腹部(へそ付近)の外形20の計測を説明した説明図である。腹部外形計測部11は腹部の外形を計測する器具からなり、例えば、厚みと横幅とを計測する大型のノギス18と、へそ付近の胴回りの長さを計測する図示されないメジャーとから構成される。図4(a)のように、ノギス18で腹部の厚みと横幅とを計測し、さらに、胴回りの長さをメジャーで計測する。次に、図4(b)に示すような計測された腹部の厚み、横幅、胴回りの長さを、外形データ入力部12から入力する。図4(c)のように、入力した外形データである厚みと横幅とから、腹部の外形20を表す橿円(イ)で近似することができる。

【0032】図4(c)の実線の橿円(イ)に示したように、厚みと横幅とから決定される橿円によって実際の腹部の外形に近いモデルを得ることができる。腹部(へそ付近)の厚みをa、幅をbとすれば、腹部の外形面積S0を橿円の面積から $S0 = \pi a b / 4$ で求めることができる。さらに、腹部の胴回りの長さと近似した橿円の外周の長さを比較することにより、実際の腹部の外形に近いモデルを構築することができる。即ち、実際の胴回りの長さLcが近似した橿円の外周Lmより大きければ、腹

部の外形を、図4 (c) の細線 (口) のように、腹部の外形モデルを楕円 (イ) より膨らませ、外形面積を大きくする。一方、実際の胴回りの方が短ければ、図4 (c) の破線 (ハ) のように、腹部の外形モデルを楕円 (イ) より小さくし、外形面積を小さくする。

【0033】また、腹部 (へそ付近) の厚み a と横幅 b との比 R が既知、あるいは推定できれば、へそ付近の胴回りの長さ Lc だけを計測することによって、腹部の外形モデルである楕円を決定でき、その面積から腹部の外形面積を推定することができる。例えば、統計データか

$$a = -0.25529 + 0.26128 \cdot Lc$$

$$a = 1.3857 + 0.25496 \cdot Lc \quad (\text{女性})$$

また、腹部の横幅 b は次式で推定される。

$$b = 8.9735 + 0.25833 \cdot Lc \quad (\text{男性}) \quad (3)$$

$$b = 6.6909 + 0.31687 \cdot Lc \quad (\text{女性}) \quad (4)$$

$$S0 = -101.9 + 1.9268 \cdot Lc + 0.056547 \cdot Lc^2 \quad (\text{男性}) \quad (5)$$

$$S0 = 161.28 - 3.934 \cdot Lc + 0.086067 \cdot Lc^2 \quad (\text{女性}) \quad (6)$$

式(5)、(6)から推定された腹部の外形面積 $S0$ と、式(1)、(2)、(3)、(4)から推定された腹部の厚み a と腹部の横幅 b から計算される腹部の外形面積 Sab ($= \pi a b / 4$) が異なる場合には、腹部の外形面積の比 r ($= S0 / Sab$) を用いて、腹部の厚みと腹部の横幅を変更する。次式で求められる腹部の厚み $a1$ と腹部の横幅 $b1$ を変更後の楕円の厚みと腹部の横幅にすると、両方の腹部の外形面積は一致する。

$$a1 = a * \sqrt{r} \quad (7)$$

$$b1 = b * \sqrt{r} \quad (8)$$

【0036】また、腹部 (へそ付近) の厚みと横幅との比は胴回りの長さに依存して変化すると考えられるので、胴回りの長さに依存した厚みと横幅との比を表す関数 $Rn = F (Lc)$ を統計データから求め、上記と同様にして、胴回りから厚みと横幅を推定することができ、さらに、腹部の外形に近似する楕円と外形面積とを求めることができる。

【0037】上記の例では、腹部の外形を計測した後、手動でデータを外形データ入力部12から入力する例を示したが、腹部の厚みと、腹部の横幅と、胴回りとを電気的に計測し、インターフェースを介して自動的に演算部16にデータを入力してもよい。

【0038】図5は皮下脂肪分布計測法と腹腔面積の推定法を説明する説明図である。図5 (b) に示すように、超音波パルス16aを超音波送受信部13から被験者の皮膚21下の生体組織に向けて照射すると、皮下脂肪組織と筋肉組織との境界面28で超音波が反射し、反射した超音波パルス16bを超音波送受信部13で受信することができる。信号検出部14は受信信号から反射した超音波パルス16bを検出し、超音波パルス16bの到達時間を求める。反射した超音波パルス16bの到達時間により皮下脂肪の厚みを計測することができる。即ち、到達時間 t (μs) と脂肪組織内の超音波の速度

ら得られた厚み a と横幅 b の比の平均値 $Rm = (a / b)$ を用いれば、 $a = b Rm$ であるので、胴回りの長さ Lc から横幅 b を求めることができ、厚み a も求めることができる。このように、推定した厚み a と横幅 b を用いて、腹部の外形に近似する楕円と外形面積とを求めることができる。

【0039】また、腹部の厚み a と腹部の横幅 b は、胴回りの長さ Lc と相関があるので、推定が可能である。例えば、腹部の厚み a は次式で推定される。

(男性) (1)

(2)

【0035】また、腹部の外形面積 $S0$ (cm^2) は胴回りの長さ Lc と相関があり、例えば、次式で推定することができる。

$$S0 = -101.9 + 1.9268 \cdot Lc + 0.056547 \cdot Lc^2 \quad (\text{男性}) \quad (5)$$

$$S0 = 161.28 - 3.934 \cdot Lc + 0.086067 \cdot Lc^2 \quad (\text{女性}) \quad (6)$$

v ($1.44 \times 10^6 mm/s$) から、 $D = t \cdot v / 2$ で皮下脂肪厚 D を求める。

【0039】この超音波パルスによる皮下脂肪厚 D の計測を、図5 (a) のように、腹部 (へそ付近) に巻いたベルト19に沿って、超音波送受信部13を移動させ、皮下脂肪厚のへそ26を基準とした測定位置を位置計測部15で計測することを、へそ26付近の腹部の外周全体に対して行なうことにより、皮下脂肪厚 D の分布を知ることができる。位置計測部15は例えば、移動に伴って回転する軸にエンコーダー7を組み込んだもの等を用いればよい (図5 (b) 参照)。このようにして、図3 (b) のような皮下脂肪厚 D の分布を求めることができるので、図から皮下脂肪面積を求めることができる。

【0040】なお、ロータリーエンコーダー等のエンコーダー7を備えた超音波送受信部13が腹部を一周すると、始点であるへそ付近からの移動距離が求められるので、別途、胴回りの長さ Lc を求める必要はない。

【0041】皮下脂肪面積が求められれば、内臓脂肪推定装置3の演算部16で外形面積から皮下脂肪面積を減算することにより、腹腔22の面積を求める。腹腔22 (図3 (b) の斜線の部分) には、腹筋・背筋等の筋肉及び背骨等の骨23 (図3 (c) の横線の部分)、大腸・小腸などの腸24 (図3 (c) の右下がり斜線の部分)、内臓脂肪25 (図3 (c) の右上がり細密斜線の部分) が含まれる。内臓脂肪25以外の部分の大きさは比較的個人差が少ないので、平均的な値を腹腔22の面積から減算することにより、内臓脂肪面積を測定することができる。

【0042】例えば、International Journal of Obesity (1983) 7, p. 437-p. 445によれば、筋肉・骨23の面積の平均値として 204 cm^2 、腸24の面積の平均値として 95 cm^2 (腹膜内面積 157 cm^2 から内臓脂肪面

積 62 cm^2 を減じたもの)というデータが得られている。演算部16で腹腔22の面積から該データを適用した筋肉・骨23の面積及び腸24の面積を減算して表示部17に表示することにより、内臓脂肪面積を測定することができる。

【0043】この実施の形態1の内臓脂肪測定装置によれば、生体の腹部の外形20に近似するモデルである

(イ) または(ロ) または(ハ) から腹部の外形20の面積を計測する腹部外形計測装置1と、腹部における皮下脂肪21の分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測装置2と、計測した腹部の外形20の面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔22の面積を求め、この腹腔22の面積から筋肉・骨23および腸24の面積を減算して内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定装置3などを備えた内臓脂肪測定装置により、X線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とすることができ、また、簡便で安価に内臓脂肪量を測定することができる。

【0044】尚、上記の例では、腹部(へそ付近)に2本のベルト19を装着し、その間を超音波送受信部13を移動させる例を示したが、これ以外の装置でも、腹部(へそ付近)を水平に超音波送受信部13を移動させられるもの、例えば、1本のベルトに刻んだ溝に超音波送受信部13の回転部のついた突起をはめ込んで移動させるもの等でもよく、上記と同様な作用効果が得られる。

【0045】また、腹部(へそ付近)の外周全体を走査して皮下脂肪厚分布を計測する例を示したが、腹部(へ

$$S1 = 67.897 + 1.8417*W$$

$$S1 = 39.263 + 1.9407*W$$

【0049】腸24の面積 $S2(\text{cm}^2)$ は胴回りの長さ Lc と相関がある。腸24の面積 $S2$ は食事からの時間で変化があり、食後すぐの場合には、例えば次式で計算される。

$$S2 = 66.809 + 0.03828*Lc \quad (\text{男性})$$

$$S2 = 69.002 - 0.056274*Lc \quad (\text{女性})$$

【0050】なお、筋肉・骨23の面積を体重 W を用いて、また腸24の面積を胴回りの長さ Lc を用いて推定した例を示したが、他の体格を表す指標(背の高さ等)・年齢を変数として加えた関数を用いれば、より正確に推定することができる。

【0051】また、X線CT画像を解析した結果、皮下脂肪-筋肉境界面は図6(a)に示される様なパターンを示すことがわかった。そこで、図6(b)に示した、へそ横、斜め前方、斜め後方、背中の4ヶ所の皮下脂肪厚から、皮下脂肪分布の近似されたパターンを求めることができる。近似された皮下脂肪分布のパターンを、腹部を表す橢円(イ)に表示したものが図6(c)である。このようにして構築された腹腔のモデルから皮下脂肪面積と腹腔面積を求めることができる。

【0052】実施の形態2、図7は本発明の実施の形態

そ付近)の左右はほぼ対称であると考えられるので、へそから背骨までの半周を走査して、半周分の皮下脂肪厚分布を求める、残りの半周分を先に求めた半周分の皮下脂肪分布の対称形で近似してもよく、上記と同様な作用効果が得られるとともに、半周分の計測で済むので、計測時間を低減することができる。

【0046】また、皮下脂肪厚分布を特徴づける腹部(へそ付近)の外周の複数箇所で皮下脂肪厚を計測し、計測点間の皮下脂肪厚を内挿によって推定し、皮下脂肪分布を近似してもよく、上記と同様な作用効果が得られるとともに、複数点の計測で済むので、計測時間を低減することができる。また例えば、計測位置の目盛りをベルトに刻んでおけば、その目盛りで読みやすいので、走査しながら位置を読み込む位置計測部15を不要とすることができる、より安価な装置で計測することが可能となる。

【0047】また、背の高さ・腰骨の幅等の体格あるいは性別・年齢によって筋肉・骨の面積や腸の面積が変化することが考えられるので、筋肉・骨の面積や腸の面積は被験者の体格を表す指標(背の高さ等)・性別・年齢を変数とする関数によって表すことができる。該関数によって求めた筋肉・骨の面積と腸の面積を腹腔面積から減算すれば、上記と同様な作用効果が得られるとともに、より正確に内臓脂肪面積を推定することができる。

【0048】例えば、筋肉・骨23の面積 $S1(\text{cm}^2)$ は体重 $W(\text{kg})$ と相関があり、例えば次式で推定できる。

(男性) (9)

(女性) (10)

$$S2 = 202.96 - 1.1323*Lc \quad (\text{男性}) \quad (11)$$

$$S2 = 173.35 - 0.7952*Lc \quad (\text{女性}) \quad (12)$$

また、空腹時には、例えば次式で計算される。

(13)

(女性) (14)

2である内臓脂肪測定装置の構成を示すブロック図である。本発明の実施の形態2において、本発明の実施の形態1における符号と同じ符号は、同一または同等の部品を示し、その説明を省略する。32は腹部(へそ付近)における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測装置で、腹部(へそ付近)の皮下脂肪厚を計測するキャリパ33と、キャリパ33で得られた皮下脂肪厚が入力される皮下脂肪厚入力部34とからなる。35は計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定装置で、演算部36と表示部17とからなる。尚、腹部外形計測装置1、皮下脂肪分布計測装置32および内臓脂肪推定装置35で、内臓脂肪測定装置を構成している。

【0053】次に動作について説明する。腹部(へそ付

近) の外形 20 を、腹部外形計測装置 1 で計測して腹部の外形 20 の面積を求める計測は、実施の形態 1 と同様に、腹部 (へそ付近) の厚み・横幅・胴回りの長さを計測し、厚み・幅から決定される橢円 (イ) で腹部の外形を近似し、腹部の外形 20 の面積を求める。

【0054】皮下脂肪厚分布計測装置 32 においては、皮下脂肪厚分布を特徴づける腹部 (へそ付近) の外周の複数箇所で皮下脂肪厚をキャリバ 33 で計測し、その結果を皮下脂肪厚入力部 34 で入力する。このようにして、図 6 (c) のような皮下脂肪厚 21 の分布を求めることができるので、図から皮下脂肪面積を求めることができる。尚、キャリバによる皮下脂肪厚計測は、臨床検査 vol. 42, no. 4, p. 413-p. 416, 1998 に解説されているように、腹部 (へそ付近) の皮膚をつまみ、その厚みをキャリバで計測することによって行なう。

【0055】内臓脂肪推定装置 35 においては、演算部 36 で計測点間の皮下脂肪厚を内挿によって推定し、皮下脂肪厚分布を近似して、皮下脂肪面積を求め、腹部 (へそ付近) の外形 20 の面積から皮下脂肪 21 の面積を減算することによって腹腔 22 の面積を求める。実施の形態 1 と同様に、腹腔 22 の面積から骨・筋肉 23 と腸 24 の面積を減算することによって内臓脂肪面積を測定する。

【0056】この実施の形態 2 の内臓脂肪測定装置によれば、生体の腹部の外形 20 に近似するモデルである橢円 (イ) から腹部の外形 20 の面積を計測する腹部外形計測装置 1 と、キャリバ 33 で計測した皮下脂肪厚を皮下脂肪厚入力部 34 に入力して腹部における皮下脂肪 21 の分布を求めて皮下脂肪 21 の面積を計測する皮下脂肪分布計測装置 32 と、演算部 36 で計測点間の皮下脂肪厚を内挿によって推定し、皮下脂肪厚分布を近似して、皮下脂肪面積を求め、腹部 (へそ付近) の外形 20 の面積から皮下脂肪 21 の面積を減算することによって腹腔 22 の面積を求め、腹腔 22 の面積から骨・筋肉 23 と腸 24 の面積を減算することによって内臓脂肪面積を測定する内臓脂肪推定装置 35 を備えた内臓脂肪測定装置により、X 線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とすることができ、また、簡便で安価に内臓脂肪量を測定することが可能となる。

【0057】実施の形態 3、図 8 (a) は本発明の実施の形態 3 である内臓脂肪測定装置の構成を示すブロック図である。本発明の実施の形態 3 において、本発明の実施の形態 1 における符号と同じ符号は、同一または同等の部品を示し、その説明を省略する。42 は腹部 (へそ付近) における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測装置で、腹部 (へそ付近) の皮下脂肪分布を計測する生体インピーダンス計測部 43 を有する。45 は計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測定

する内臓脂肪推定装置で、演算部 46 と表示部 17 とかなる。尚、腹部外形計測装置 1、皮下脂肪分布計測装置 42 および内臓脂肪推定装置 45 で、内臓脂肪測定装置を構成している。

【0058】次に動作について説明する。腹部 (へそ付近) の外形 20 を、腹部外形計測装置 1 で計測して腹部の外形 20 の面積を求める計測は、実施の形態 1 と同様に、腹部 (へそ付近) の厚み・横幅・胴回りの長さを計測し、厚み・幅から決定される橢円 (イ) で腹部の外形を近似し、腹部の外形 20 の面積を求める。

【0059】皮下脂肪厚分布計測装置 42 においては、図 8 (b) のように腹部 (へそ付近) の両側、または図 8 (c) のように腹部 (へそ付近) の前後 (へそ付近と背骨付近) に設置した電極 47 に高周波信号を印加し腹部の生体インピーダンスを計測する。生体インピーダンスは皮下脂肪面積比と相関があるので、生体インピーダンスから皮下脂肪面積比 RS を推定する。外形面積 S_0 と皮下脂肪面積比 RS から皮下脂肪面積 SS ($= S_0 RS$) を求める。実施の形態 1 と同様に、外形 20 の面積から皮下脂肪 21 の面積を減算することによって腹腔 22 の面積を求める。実施の形態 1 と同様に、腹腔 22 の面積から骨・筋肉 23 と腸 24 の面積を減算することによって内臓脂肪面積を測定する。

【0060】この実施の形態 3 の内臓脂肪測定装置によれば、生体の腹部の外形 20 に近似するモデルである橢円 (イ) から腹部の外形 20 の面積を計測する腹部外形計測装置 1 と、生体インピーダンス計測部 43 で計測した腹部における皮下脂肪 21 の分布を求めて皮下脂肪 21 の面積を計測する皮下脂肪分布計測装置 42 と、演算部 46 で腹部 (へそ付近) の外形 20 の面積から皮下脂肪 21 の面積を減算することによって腹腔 22 の面積を求め、腹腔 22 の面積から骨・筋肉 23 と腸 24 の面積を減算することによって内臓脂肪面積を測定する内臓脂肪推定装置 45 を備えた内臓脂肪測定装置により、X 線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とすることができ、また、簡便で安価に内臓脂肪量を測定することが可能となる。

【0061】実施の形態 4、図 9 は本発明の実施の形態 4 である内臓脂肪測定装置の構成を示すブロック図である。本発明の実施の形態 4 において、本発明の実施の形態 1 における符号と同じ符号は、同一または同等の部品を示し、その説明を省略する。51 は腹部 (へそ付近) の外形面積を計測する腹部外形計測装置で、腹部外形位置計測部 58 は腹部の外形を計測すると同時に超音波計測の計測位置も計測する。52 は腹部における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測装置で、超音波送受信部 13 と信号検出部 14 からなり、超音波計測の計測位置は腹部外形位置計測部 58 が計測する。55 は計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測

定する内臓脂肪推定装置で、演算部56と表示部17とからなる。尚、腹部外形計測装置51、皮下脂肪分布計測装置52および内臓脂肪推定装置55で、内臓脂肪測定装置を構成している。

【0062】次に動作について説明する。腹部の外形20の面積を求める計測は腹部外形計測装置51の腹部外形位置計測部58で行われる。腹部外形位置計測部58は、例えば、へそからの距離を外周に沿って計測するエンコーダ7と、レートジャイロなどの角速度を計測する角速度計8を組み合わせたもので、超音波送受信部13と一体化されている(図10参照)。腹部外形位置計測部58を腹部の外周に沿って走査し、エンコーダ7と角速度計8の計測値を組み合わせて計算することによって、腹部の2次元的な形状を計測することができる。腹部の外形20を正確に計測するので腹部の外形面積も正確に求めることができる。なお、腹部外形位置計測部58が腹部の外周を移動するとき、その回転軸は腹部の断面に垂直とみなせるので、角速度計8は腹部の断面に垂直な軸回りの角速度を計測すれば充分である。回転軸が垂直な状態を保たずに移動する場合は、断面に平行な軸回りの角速度を計測する別の角速度計が必要である。

【0063】腹部外形位置計測部58と一体化された超音波送受信部13は、反射した超音波パルス16bの到達時間と脂肪組織内の超音波の速度から皮下脂肪厚Dを知ることができる。超音波による皮下脂肪厚Dの計測をへそ付近の腹部の外周全体に対して行なうと、腹部外形計測装置51の腹部外形位置計測部58は超音波計測の計測位置を計測するので、皮下脂肪21の正確な分布図を描くことができる。

【0064】内臓脂肪推定装置55においては、演算部56で腹部の外形20の面積から皮下脂肪21の面積を減算することによって腹腔22の面積を求める。実施の形態1と同様に、腹腔22の面積から骨・筋肉23と腸24の面積を減算することによって内臓脂肪面積を測定する。腹部の外形の面積と皮下脂肪厚分布の計測が正確であるため、皮下脂肪面積ひいては腹腔面積と内臓脂肪面積を正確に測定することができる。

【0065】この実施の形態4の内臓脂肪測定装置によれば、生体の腹部の外形20の2次元的な形状を計測し、腹部の外形20の面積を計測する腹部外形計測装置51と、超音波送受信部13と信号検出部14で計測した皮下脂肪厚分布から皮下脂肪21の面積を計測する皮下脂肪分布計測装置52と、演算部56で、腹部(へそ付近)の外形20の面積から皮下脂肪21の面積を減算することによって腹腔22の面積を求め、腹腔22の面積から骨・筋肉23と腸24の面積を減算することによって内臓脂肪面積を測定する内臓脂肪推定装置55とを備えた内臓脂肪測定装置により、X線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とすることができる、また、内臓脂肪量をより正確に測定することができる。

る。

【0066】なお、腹部外形位置計測部58はエンコーダ7と角速度計8を組み合わせた例を示したが、図11(a)のように、スタンド29に取り付けたアーム30の先に超音波送受信部13を取り付け、各計測点でアームの軸角度(θ1およびθ2)を計測することによっても、各計測点の位置を精度良く求めることができる。また、図11(b)のように、被験者を回転台31の上に載せ、超音波送受信部13を位置と角度が表面の形状にあわせて変化できるアーム30に取り付け、回転台31の回転角度と、アーム30の位置を計測することによっても、各計測点の位置を精度良く求めることができる。

【0067】また、反射した超音波パルス16bの到達時間により皮下脂肪21の厚みを計測する例を示したが、図12(a)に示した、超音波送受信部13で受信する反射超音波の信号強度を濃淡で表した結果からも皮下脂肪21の厚みを計測することができる。図12

(a)において横軸は信号強度を計測した位置、縦軸は皮膚からの深さを表しており、Bモード表示と通常呼ばれているものである。超音波の信号強度を濃淡で表示する代わりに色分け表示することもある。腹部の反射超音波計測を行なうと、図12(a)に示したように、皮下脂肪-筋肉界面以外に多数の境界面が観察される。多数の境界面の中から、皮下脂肪-筋肉界面を判断するためには、解剖学的な知見を用いることが必要である。解剖学的知見を用いて、境界面を分類することにより、皮下脂肪-筋肉界面を同定することができ、各点での皮下脂肪厚Dを求めることができる。

【0068】さらに、以上の説明では超音波を走査して皮下脂肪厚Dを計測する例を示したが、皮下脂肪分布計測装置52においては、赤外線を照射して、皮下脂肪厚Dの計測を行うことができる。赤外線は生体組織によって、吸収が異なるので、反射赤外線の強度を計測することによって、皮下脂肪厚Dを測定することができる。また、赤外線は、超音波をパルスで照射したように、赤外線パルスを被験者の皮膚21下の生体組織に向けて照射してもよい。反射してくる赤外線パルスを検出し、反射赤外線パルスの到達時間により皮下脂肪の厚みを計測することができ、超音波で計測するのと同様な効果が得られる。

【0069】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0070】生体の腹部の外形を計測する腹部外形計測手段と、腹部における皮下脂肪分布を計測する皮下脂肪分布計測手段と、計測した外形と皮下脂肪分布とから腹部の内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定手段とを備えることにより、X線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とし、簡便で安価に内臓脂肪量を測定することができる。

【0071】また、生体の腹部の外形に近似するモデルで腹部の外形面積を計測する腹部外形計測手段と、腹部における皮下脂肪分布を求めて皮下脂肪面積を計測する皮下脂肪分布計測手段と、計測した外形面積から皮下脂肪面積を減算して腹腔面積を求め、腹部における内臓脂肪量を測定する内臓脂肪推定手段とを備えることにより、X線を用いた専門家による専用の大型装置での計測を不要とし、簡便で安価に内臓脂肪量を測定することができる。

【0072】また、腹部外形計測手段は、腹部の外形面積を腹部における胸周りの長さおよび厚み並びに横幅から求めることにより、簡単な装置で正確に腹部の外形を計測できる。

【0073】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布をキャリパで計測することにより、簡単な装置で皮下脂肪分布を計測できる。

【0074】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を生体インピーダンスの計測から推定することにより、簡単な装置で皮下脂肪分布を計測できる。

【0075】また、腹部外形計測手段は、腹部の外形面積を腹部の胸回りの長さより推定した腹部の厚みと横幅から求めることにより、簡単な装置で正確に腹部の外形を計測できる。

【0076】また、腹部外形計測手段は、腹部の胸回りの長さをエンコーダにより計測したことにより、腹部の外形を簡単な装置で計測できる。

【0077】また、内臓脂肪推定手段は、腹腔面積から、所定の筋肉・骨・腸の面積を減算することによって内臓脂肪量を測定することにより、簡単に内臓脂肪量を推定できる。

【0078】また、内臓脂肪推定手段は、腹腔面積から、被験者の性別・年齢・体格によって補正した筋肉・骨・腸の面積を減算することによって内臓脂肪量を測定することにより、正確に内臓脂肪量を推定できる。

【0079】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を超音波を走査して計測することにより、皮下脂肪分布を簡単な装置で正確に計測できる。

【0080】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を赤外線を操作して計測することにより、皮下脂肪分布を簡単な装置で正確に計測できる。

【0081】また、皮下脂肪分布計測手段は、超音波計測の計測位置をエンコーダにより計測することにより、腹部の外形を簡単な装置で正確に計測できる。

【0082】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の半周分の皮下脂肪分布を求め、残りの腹部の半周分を先に求めた半周分の皮下脂肪分布の対称形で近似することにより、半周分の計測で済むので、計測時間を低減することができる。

【0083】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を特徴づける複数ヶ所で皮下脂肪厚を計測

し、計測点間の皮下脂肪厚を内挿によって推定し、皮下脂肪分布を近似することにより、複数点の計測で済むので、計測時間を低減することができる。

【0084】また、腹部外形計測手段は、腹部の外形と皮下脂肪厚の計測位置を角速度計とエンコーダを組み合わせて計測し、かつ皮下脂肪分布計測手段はこの計測位置を用いて皮下脂肪分布を計測することにより、腹部の外形を正確に計測できる。

【0085】また、腹部外形計測手段は、一端が固定され、他端には皮下脂肪厚を計測する装置を有する折り曲げ可能なアームを有しており、アームの折れ角から、腹部の外形と超音波計測の計測位置を計測することにより、腹部の外形を正確に計測できる。

【0086】また、腹部外形計測手段は、被験者の向きを可変な回転台と、一端が固定され、他端には超音波を走査する装置を有する伸縮可能なアームを有しており、回転台の向きと、アームの長さから、腹部の外形と超音波計測の計測位置を計測することにより、腹部の外形を正確に計測できる。

【0087】また、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を、超音波を走査した結果を、縦軸を深さ、横軸を位置、反射超音波の強さを色分けまたは濃淡で表示するBモードで表示し、解剖学的知見を加えて、皮下脂肪と筋肉の界面を検出し、皮下脂肪厚を求めるにより、皮下脂肪分布を正確に計測できる。

【0088】さらにまた、皮下脂肪分布計測手段は、腹部の皮下脂肪分布を、赤外線を走査した結果を、縦軸を深さ、横軸を位置、反射赤外線の強さを色分けまたは濃淡で表示するBモードで表示し、解剖学的知見を加えて、皮下脂肪と筋肉の界面を検出し、皮下脂肪厚を求めるにより、皮下脂肪分布を正確に計測できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1である内臓脂肪測定装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1の内臓脂肪計測装置の処理を説明するフローチャートである。

【図3】 図1の腹部外形計測装置の処理を説明する説明図で、その(a)が腹部(へそ付近)の外形、その(b)が腹部(へそ付近)の皮下脂肪21の分布、その(c)が腹部(へそ付近)の内臓脂肪の面積を示す。

【図4】 図1の腹部外形計測装置を説明する説明図で、その(a)が腹部外形計測装置による計測、その(b)が腹部外形の計測データ、その(c)が入力した外形データである厚みと腹部とから腹部の外形を表す構円で近似した外形を示す。

【図5】 図1の皮下脂肪分布計測装置を説明する説明図で、その(a)が皮下脂肪分布計測装置、その(b)が超音波パルスの反射による皮下脂肪厚の計測を示す。

【図6】 図1の皮下脂肪分布計測装置を説明する説明図で、その(a)が皮下脂肪と筋肉の界面の標準的な

パターン、その (b) が皮下脂肪厚の測定個所、その (c) が皮下脂肪分布のパターンを示す。

【図 7】 本発明の実施の形態 2 である内臓脂肪計測装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 3 である内臓脂肪計測装置を説明する説明図で、その (a) が内臓脂肪計測装置の構成を示すブロック図、その (b) が腹部 (へそ付近) の両側の生体インピーダンスの計測、その (c) が腹部 (へそ付近) の前後 (へそ付近と背骨付近) の生体インピーダンスの計測を示す。

【図 9】 本発明の実施の形態 4 である内臓脂肪計測装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】 図 9 の腹部外形計測装置および皮下脂肪分布計測装置を説明する説明図で、超音波パルスの反射による皮下脂肪厚の計測を示す。

【図 11】 図 9 の皮下脂肪分布計測装置を説明する説明図で、その (a) がアームを用いた皮下脂肪分布計測装置、その (b) が回転台とアームを用いた皮下脂肪分布計測装置を示す。

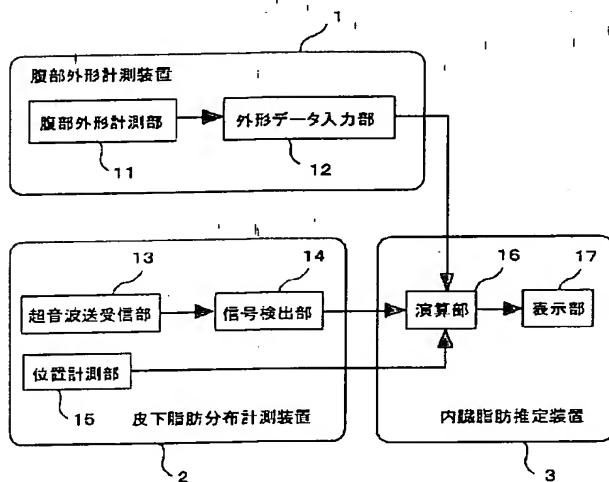
【図 12】 図 9 の皮下脂肪分布計測装置を説明する説明図で、その (a) が腹部断面を示す B モード表示画像、その (b) が腹腔面積推定図を示す。

【図 13】 従来のへそ付近の腹部 X 線 CT 断層画像を示す説明図で、その (a) が内臓脂肪型肥満、その (b) が皮下脂肪型肥満を示す。

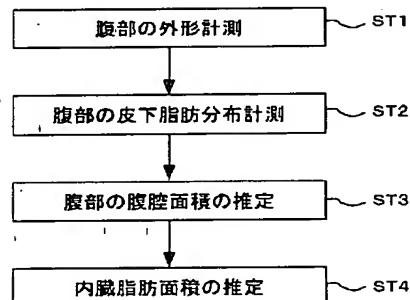
【符号の説明】

- 1, 5 1 腹部外形計測装置
- 2, 3 2, 4 2, 5 2 皮下脂肪分布計測装置
- 3, 3 5, 4 5, 5 5 内臓脂肪推定装置
- 2 0 腹部の外形
- 2 1 皮下脂肪
- 2 2 腹腔
- 2 3 骨・筋肉
- 2 4 腸
- 2 5 内臓脂肪
- 3 3 キヤリバ
- 4 3 生体インピーダンス計測部

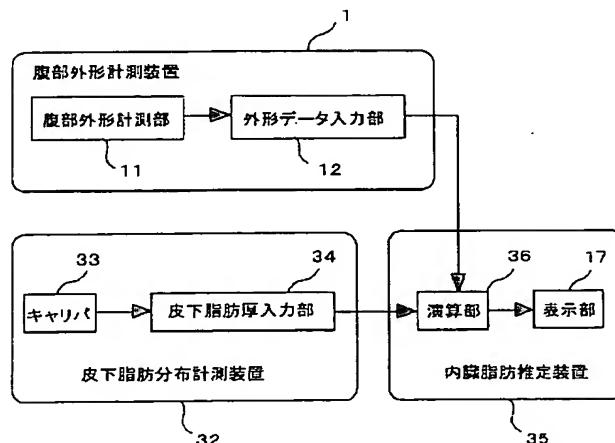
【図 1】



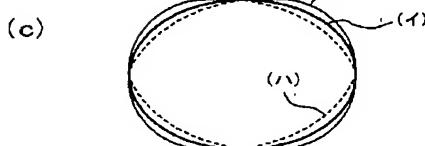
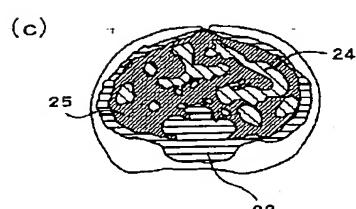
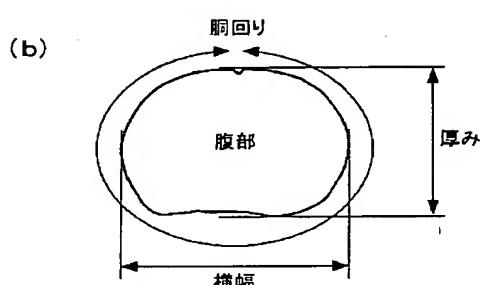
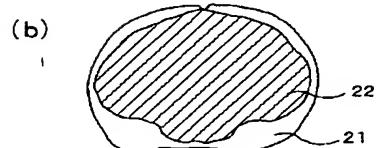
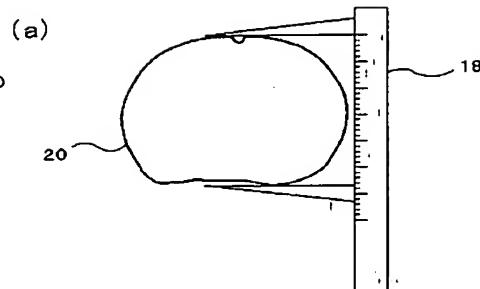
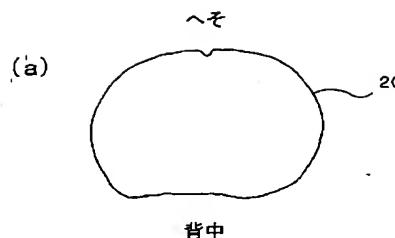
【図 2】



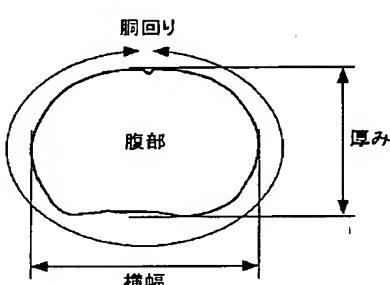
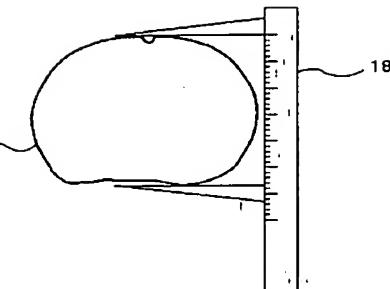
【図 7】



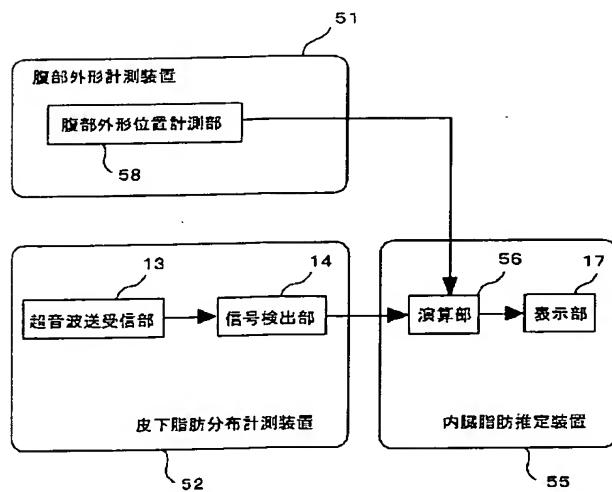
【図3】



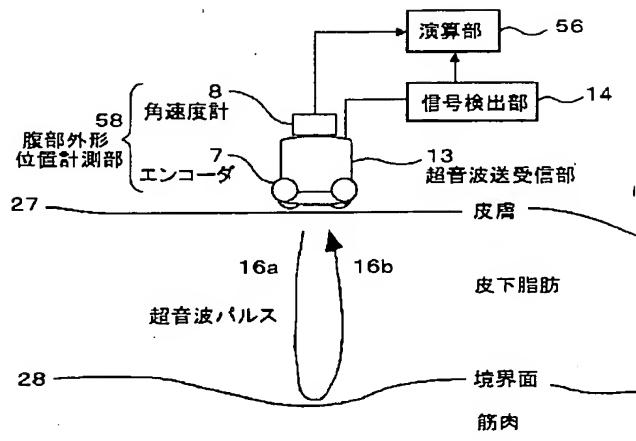
【図4】



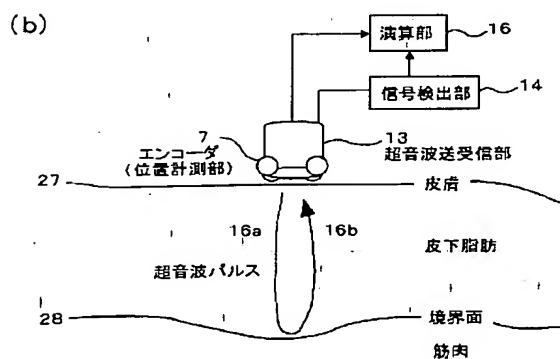
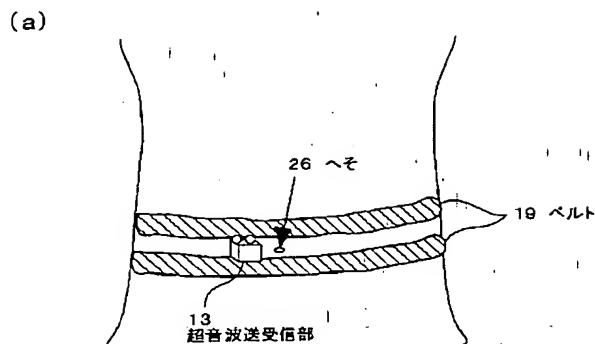
【図9】



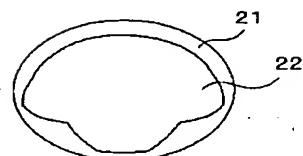
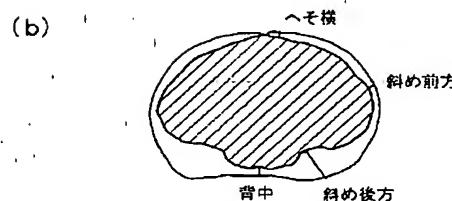
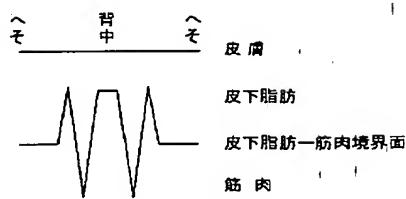
【図10】



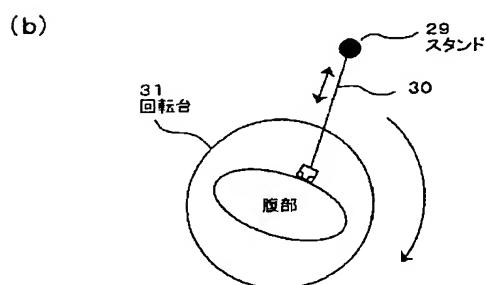
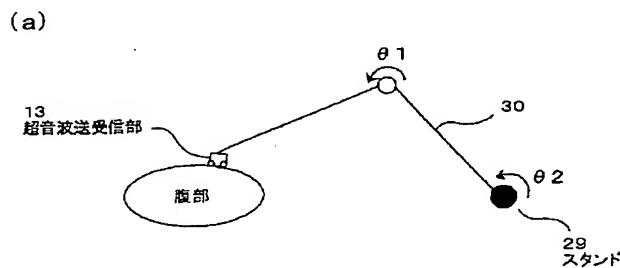
【図5】



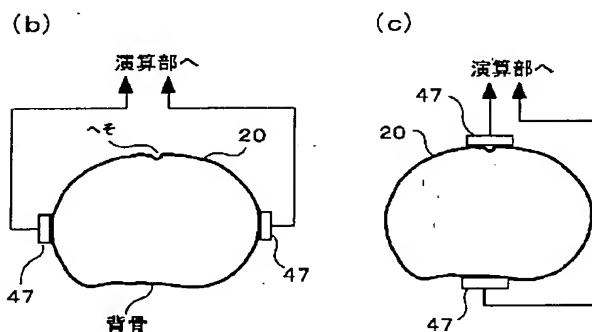
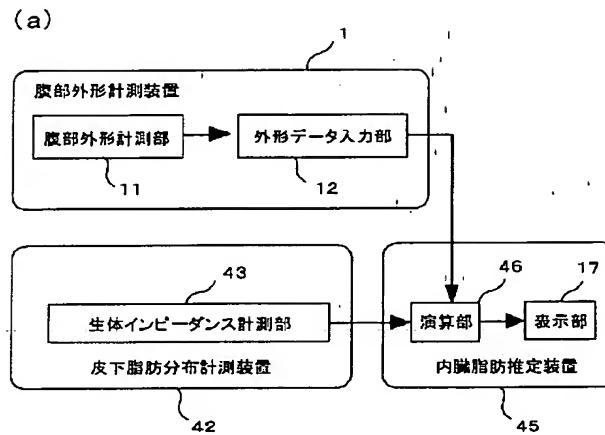
【図6】



【図11】

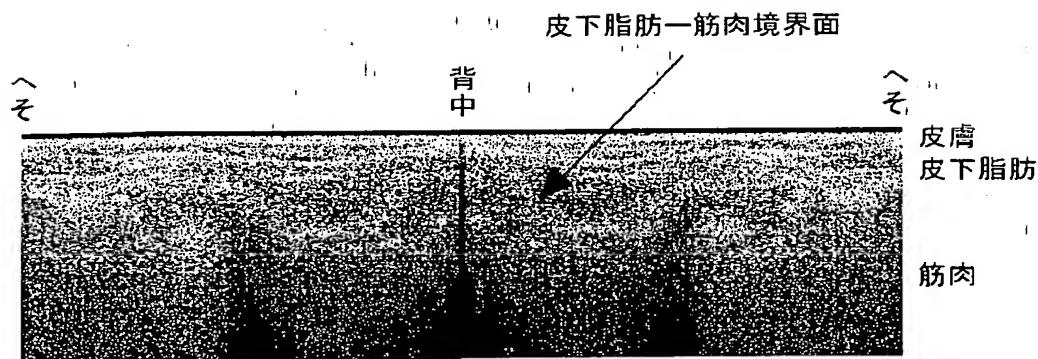


【図8】

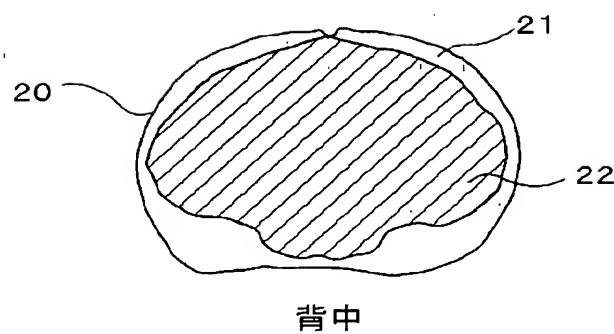


【図12】

(a)

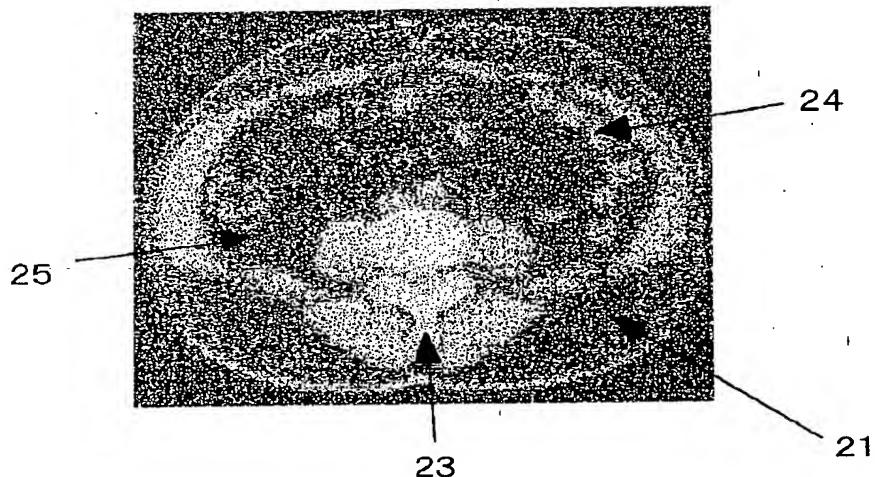


(b)

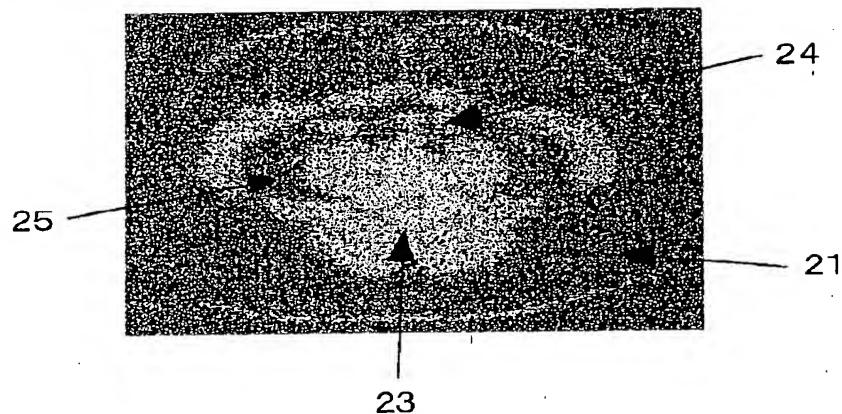


【図13】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72) 発明者 中島 道夫
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内

(72) 発明者 渡邊 彰
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内
 Fターム(参考) 4C027 AA07 BB05 CC08 FF01 GG20
 4C038 VA09 VB23 VB37 VC07 VC08
 4C301 DD22